

METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING LENGTH OF SENSOR CABLE

Patent Number: JP62147310
Publication date: 1987-07-01
Inventor(s): ICHIKAWA FUMIHIKO
Applicant(s): KAWASAKI STEEL CORP
Requested Patent: JP62147310
Application Number: JP19850287380 19851220
Priority Number(s):
IPC Classification: G01B21/02; G01B15/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To make it possible to accurately detect the length of a sensor cable, by sampling the reflection signal from the leading end of the sensor cable in a real time to convert the same to an image signal and calculating the peak position or rising position (time) of the reflection signal.

CONSTITUTION: An electric pulse is generated from a pulse generator 14 by the order of a control operation apparatus 18 to be incident to a sensor cable 10 and a reference cable 12 through a switch circuit 16. One shots of the reflected pulses from the leading ends of the cables 10, 12 are detected by a real time sampling type oscilloscope 20 to be displayed on CRT of said oscilloscope 20. The wave forms thereof are caught as images by an image sensor 22 to be digitally stored in an image memory apparatus 24. If the peak positions and rising positions of the wave forms are found out numerically by the apparatus 18, a reflection position (time) can be calculated and, if said position is multiplied by the propagation speed of the pulse, the length of the cable 10 can be measured. As mentioned above, by alternately measuring the cables 10, 12 to compare the measured values, the change in the length of the cable 10 is automatically and accurately calculated by the apparatus 18 and the calculated result is displayed on a display device 26.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-147310

⑬ Int.Cl.⁴

G 01 B 21/02
15/00

識別記号

庁内整理番号

Z-8605-2F
Z-8304-2F

⑭ 公開 昭和62年(1987)7月1日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 センサケーブルの長さ測定方法及び装置

⑯ 特 願 昭60-287380

⑰ 出 願 昭60(1985)12月20日

⑱ 発 明 者 市 川 文 彦 千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

⑲ 出 願 人 川崎製鉄株式会社 神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

⑳ 代 理 人 弁理士 高 矢 諭 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

センサケーブルの長さ測定方法及び装置

2. 特許請求の範囲

(1) センサケーブルにその一端からパルス信号を入力し、該センサケーブルの他端からの反射信号に基づき、該センサケーブルの長さを測定するセンサケーブルの長さ測定方法において、

前記反射信号を、入力されたパルス信号と同期させながら実時間サンプリングして検出し、

検出された反射信号の波形を画像信号に変換し、
変換された画像信号から、前記反射信号のピーク位置若しくは立上り位置を求め、

求められた反射信号のピーク位置若しくは立上り位置に基づき、前記センサケーブルの長さを測定することを特徴とするセンサケーブルの長さ測定方法。

(2) センサケーブルの一端に接続され、該センサケーブルにパルス信号を入射するパルス発生器を備え、該センサケーブルの他端からの反射信号

から該センサケーブルの長さを測定するようにされたセンサケーブルの長さ測定装置において、

前記反射信号の一波分の波形を、入射されたパルス信号と同期させて検出する検出手段と、

検出された反射信号の波形を画像として表示する画像表示手段と、

表示された波形の画像を画像信号に変換するイメージセンサと、

変換された画像信号を記憶する記憶手段と、

記憶された画像信号に基づき、前記反射信号を時間の関数として数値化する数値化手段と、

数値化された反射信号のピーク位置若しくは立上り位置から、前記センサケーブルの長さを求める演算手段と、

を備えたことを特徴とするセンサケーブル長さ測定装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、センサケーブルの長さ測定方法及び装置に係り、特に、鉄鋼業の高炉、転炉を構築し

ているレンガの損耗量や転炉羽口の損耗量を測定する際に用いるのに好適な、センサケーブルにその一端からパルス信号を入射し、該センサケーブルの他端からの反射信号に基づき、該センサケーブルの長さを測定するセンサケーブルの長さ測定方法及び装置の改良に関する。

〔従来の技術〕

ケーブルに、その一端から電気パルス信号を入力し、パルス信号のケーブルの不良部分からの反射信号を検出して、該ケーブルの異常部分を検出する方法は、古くから知られている。このような方法は、一般に、TDR法 (Time Domain Reflectometry) と呼ばれている。

ところで、高炉等の炉壁、炉底は、耐火レンガによつて構築されるが、操業の際に徐々に侵食されるため、この侵食の程度を監視することは、高炉操業上重要である。このため従来から、前記耐火レンガにケーブルを埋め込み、前記TDR法を利用してケーブルの長さを測定することにより、前記高炉レンガの残厚を測定する技術に関し、特

開昭59-200902、特開昭49-133207、実開昭55-155902等が提案されている。

ところで、前記ワイヤケーブル中を伝播する電気パルスの伝播速度は、光速に近いため、前記TDR法の測定精度を高めるには、高帯域 (GHz以上) の波形観測が必要である。従つて、従来のTDR法を利用した装置には、反射波形の観測装置として等価時間サンプリング方式を採用したサンプリングオシロスコープが用いられている。

このサンプリングオシロスコープは、第5図に示すように、繰返し信号 (図中のA) の各サイクルの波形からある一部分を等間隔に位相をずらして次々に抜取つて重ねることにより、入力波形を再生する (図中のB) 等価時間サンプリング方式を採用したものであり、これによつてサンプリングレート以上の高帯域の信号を観測できるようにしている。この等価時間サンプリング方式の利点は、高帯域の信号を観測できると共に、波形再生レートを遅くしてやれば、波形のアナログ出力を

低周波領域にすることができ、A/D変換又は波形の記録が容易にできることである。しかし、この等価時間サンプリング方式においては、サンプリング時間中に安定した繰返し信号が必要である。

ところで、前記TDR法で転炉、高炉のレンガにケーブルを埋め込み、該レンガの侵食状態を測定する際には、溶鋼、溶鉄等によつて、レンガ及びケーブルが同時に侵食されるようにしている。その際に、ケーブルの先端に溶鋼等があつた場合は、それに触れたケーブルの先端部分が電気的に短絡状態となるため、ケーブル先端で反射して生ずる反射信号は、第6図中のAに示すように、下向きのパルス波形の短絡信号が観測される。一方、前記ケーブルの先端に溶鋼等がない場合は、該ケーブルは電気的に開放状態となり、前記反射信号は、同図のBに示す上向きのパルス波形の開放信号が観測される。

〔発明が解決しようとする問題点〕

ところが、前記等価時間型サンプリングオシロスコープで、前記ケーブルの先端に溶鋼が存在す

る際に前記短絡信号 (反射信号) を観察する場合、該ケーブル先端と溶鋼の接触状態の変化等によつて、反射条件が変化し、前記短絡信号が不安定になる。又、前記溶鋼に対流等があると、繰返しパルスを入射しても対流電流の影響により反射信号が揺ぎ、その信号波形が乱される。このような場合、何れも安定した繰返しの反射信号の波形が得られないため、正確な反射点を求めることが難しく、従つて、精度の良いケーブル長の測定を行うことが困難であつた。このような問題は、特に、吹煉中の転炉のレンガ残厚をTDR法で測定しようとする場合に生じる。従つて、溶鋼の吹煉中においては、従来のTDR法を用いたのではケーブル長さを正確に測定できず、ひいては前記レンガ残厚を正確に測定することができないという問題点を有していた。

〔発明の目的〕

本発明は、前記従来の問題点に鑑みてなされたものであつて、例えばセンサケーブルの先端が溶鋼等に接触して短絡電流が生じる際に、対流電流

等によつて信号波形が大抵に乱される場合においても、安定してケーブル先端からの反射信号を得て正確にケーブルの長さを検出することができるセンサケーブルの長さ測定方法及び装置を提供することを目的とする。

【問題点を解決するための手段】

本発明は、センサケーブルにその一端からパルス信号を入力し、該センサケーブルの他端からの反射信号に基づき、該センサケーブルの長さを測定するセンサケーブルの長さ測定方法において、前記反射信号を、入力されたパルス信号と同期させながら実時間サンプリングして検出し、検出された反射信号の波形を画像信号に変換し、変換された画像信号から、前記反射信号のピーク位置若しくは立上り位置（時間）を求め、求められた反射信号のピーク位置若しくは立上り位置に基づき、前記センサケーブルの長さを測定することにより、前記目的を達成したものである。

又、本発明は、センサケーブルの一端に接続され、該センサケーブルにパルス信号を入力して、

数が10～30Hzで不規則に揺ぐ。この揺ぎは、反射信号の零点が10～30Hzで不規則に変動しているため生ずるものである。

ここで、前出等価時間型のサンプリングオシロスコープで前記反射パルス波形を観測した場合、溶剤の対流電流等の影響により、繰返しパルスを与えても測定される反射信号が周波数10～30Hzで揺ぎ、安定した繰返し信号にならず、第2図(A)に示すように、あたかもノイズが入つたような信号波形となることが明らかとなつた。

これに対し、実時間サンプリング法を採用しているオシロスコープで前記反射パルスを観測した場合、該オシロスコープの1ショットのパルスに対する反射信号波形を観測する時間が50～500nsであり、反射信号波形の揺ぎの周期が数ミリ秒程度であれば、その影響を受けずに第2図(B)に示すように、きれいな1ショットの反射波形を明瞭に観測できる。この場合、対流電流による揺ぎにより零点が移動するだけであり、第2図(B)に示されるように波形自体は変化しない。

該センサケーブルの他端からの反射信号から該センサケーブルの長さを測定するようにされたセンサケーブルの長さ測定装置において、前記反射信号の一波分の波形を、入力されたパルス信号と同期させて検出する検出手段と、検出された反射信号の波形を画像として表示する画像表示手段と、表示された波形の画像を画像信号に変換するイメージセンサと、変換された画像信号を記憶する記憶手段と、記憶された画像信号に基づき、前記反射信号を時間の関数として数値化する数値化手段と、数値化された反射信号のピーク位置若しくは立上り位置から、前記センサケーブルの長さを求める演算手段とを備えることにより、同じく、前記目的を達成したものである。

【作用】

以下、本発明の原理について詳細に説明する。

発明者等は乾炉の羽口の損耗度を前述した従来のTDR法で測定する実験を行い、次の知見を得た。

乾炉の吹抜中に生ずる反射パルス波形は、周波

ところが、この1ショットのパルスに対する反射信号波形の観測できる時間は、せいぜい500ns以内の極めて短時間であり、これをそのままD/A変換し、演算処理してケーブルの長さ変化を自動的に測定するには、サンプリング周期が100ps程度のA/D変換器が必要となるが、現状ではこのような超スピードのA/D変換器は実在していないため、従来は測定が不可能とされていた。

そこで、本発明者は、以下の手段を見い出してこのような問題点を解決し、前記ケーブル長さを自動的に測定できる方法を発明した。

(1) センサケーブルの端部からの反射信号の検出に、実時間サンプリング型のオシロスコープを使う。

(2) オシロスコープのCRTに表示された、1ショット分の表示波形を該CRTに設置されたイメージセンサ等により画像化し、例えばフレームメモリ等によりデジタルデータとして蓄える。

(3) このデジタルデータを処理して、パルス波形を時間の関数とし、該パルス波形のピーク位置

若しくは立上り位置を検出し、検出されたピーク位置若しくは立上り位置(時間)にパルス波形の速度を乗じて前記ケーブルの長さを算出する。

(4) 以上のような測定を、例えば炉壁のレンガ等に埋め込んでレンガと同じように溶鋼等で損耗するようにされたセンサケーブルと、損耗の起こらない状態にした長さの基準となる基準(リファレンス)ケーブルについて交互に行い、該基準ケーブルの測定値を基準にして測定ケーブルの長さ変化を算出し、表示器に出力する。

以上のように、本発明は、センサケーブルの先端が溶鋼等に接触し、短絡による反射信号が生じている際に、該溶鋼の対流により生ずる対流電流等によつて、該反射信号が大幅に乱される場合においても、安定して反射信号を検出し、正確にケーブルの長さを検出することができる。

従つて、特に転炉の吹煉中において、ケーブルの長さを刻々測定し、操業中のどの時刻にレンガや羽口の損耗が激しかつたかを測定することができる。

と、該実時間サンプリング型のオシロスコープ20のCRTに表示された波形を画像信号として捉えるイメージセンサ22と、該イメージセンサ22からの画像信号をデジタル的に一旦蓄える画像記憶装置24と、前記制御演算装置18から割出された反射信号の反射位置を表示する表示装置26を備える。

前記スイッチ回路と各々のケーブル10、12は、同軸ケーブル28で接続される。

前記イメージセンサには、CCDカメラやITVを用いることができる。

又、前記画像記憶装置24には、フレームメモリを用いることができる。

以下、本実施例の作用について説明する。

第1図に示されるセンサケーブル長さ測定装置でセンサケーブル10の長さを測定する際には、パルス発生器14は、制御演算装置18の命令により電気パルスを生じ、スイッチ回路16を介してセンサケーブル10、又は基準ケーブル12へ電気パルスを入射する。そして、各ケーブル1

[実施例]

以下、本発明に係るセンサケーブルの長さ測定方法及び装置の実施例について詳細に説明する。

この実施例は、第1図に示されるように、転炉の耐火レンガに埋め込まれたセンサケーブル10の長さを反射信号の波形で測定し、その測定結果を同様の方法で測定した基準ケーブル12の長さと比較して、前記センサケーブル10の損耗量を正確に測定できるようにしたセンサケーブル長さ測定装置に本発明を採用したものである。

このセンサケーブル長さ測定装置は、前記センサケーブル10に入射するパルス信号を生じするパルス発生器14と、発生されたパルス信号を前記センサケーブル10あるいは基準ケーブル12に入射するのを入切りするスイッチ回路(スイッチングユニット)16と、前記パルス発生器14や前記スイッチ回路16等の動作を制御する制御演算装置18と、実時間サンプリング方式で反射信号の波形(反射波形)をCRT表示装置に表示する実時間サンプリング型のオシロスコープ20

0、12の他端からの反射パルスの1ショット分を実時間サンプリング型のオシロスコープ20で検出し、そのCRTに表示する。

前記オシロスコープ20のCRTに表示された波形を、イメージセンサ22で画像として捉え、この画像を画像記憶装置24にデジタル的に一旦蓄える。次いで、制御演算装置18により前記画像記憶装置24のデータを読み出し、像の最も明るい部分に対応する、X、Yの希地を順次拾い出す。これにより、前記反射波形を時間の関数としてデジタル的に変換したことになる。

そして、前記のようにしてデジタル化した反射波形のピーク位置若しくは立上り位置を制御演算装置18で数値的に捜し出せば、前記反射信号が反射された反射位置(時間)を割出すことができる。この反射位置に前記パルス発生器14から発生して出力した電気パルスの伝播速度を乗ずれば、前記センサケーブル10の長さを測定することができる。この場合、前記センサケーブル10が損耗していないときの測定値を前記基準ケーブル1

2からの反射波形により求め、前記測定されたセンサケーブル10の長さと比較することにより、前記センサケーブル10の損耗量が制御装置18により自動的に算出される。算出された結果は表示器26により出力される。このようにセンサケーブル10と基準ケーブル12を交互に測定し、比較することにより、前記センサケーブル10の長さの変化を、本測定装置の温度ドリフト、経時変化に影響されずに精度良く測定できる。

次に、本実施例に係るセンサケーブル長さ測定装置を底吹き転炉羽口の損耗量測定に応用した実施例について述べる。

この場合、センサケーブル10を転炉羽口に沿って埋め込むと共に、ほぼセンサケーブル10と同じ環境下で同じ長さを持ち、且つ損耗が起こらないようにした基準ケーブル12を本測定装置に設置する。

今、実時間サンプリング型のオシロスコープ20の時間引き伸を 5 ns/div とし、イメージセンサ22の光学系をオシロスコープのCRT画面全

体を過不足なく捉えるようにする。そして、その前記イメージセンサ22の画素数を 500×500 とすれば、時間軸方向の1画素当りの時間分解能は、 100 ns となる。この際、前記パルス発生器14からの電気パルスの伝播速度を 100 m/ns とすれば、本測定装置のケーブル長さ測定の分解能は 5 m となる。なお、前記画素間について補間法を採用したり、前記オシロスコープ20の時間引き伸を更に上げれば、分解能は更によくなる。

本測定装置を使つて測定した転炉の羽口の損耗量(センサケーブルの損耗量)の測定値と、その損耗量の実測値とを比較した結果を第3図に示す。又、転炉の操業中に連続して測定したときの羽口の損耗量の時間変化を第4図に示す。第3図及び第4図から、従来法ではできなかった吹煉中でも安定して前記損耗量の測定が行われていることがわかる。特に、吹煉中のある時期に、レンガのスポーリングに伴つて羽口が $2 \sim 3\text{ cm}$ 突然に短くなった瞬間を、第4図に示す例では捉えており、本測定装置の有効性が確認できる。

前記実施例においては、転炉の羽口にセンサケーブルを埋め込んでその羽口の損耗量を測定していたが、測定対象は転炉の羽口に限定されるものではなく、他の測定箇所でも用いることが可能であり、又、転炉ばかりでなく、高炉、電気炉等にも適用可能である。

〔発明の効果〕

以上説明した通り、本発明によれば、センサケーブルの先端が、溶融金属等に接触している際に、該溶融金属の短絡電流等によつて反射信号が大幅に乱される場合においても、安定して前記反射信号を検出し、正確に前記センサケーブルの長さを検出することができる。従つて、転炉吹煉有無に拘わらず、連続して該転炉の羽口、レンガの損耗量を刻々と測定できるので、操業中のどの時刻に羽口、レンガが損耗し易いか判断できる。その判断結果は、羽口、レンガの損耗機構の解明に役立ち、より転炉に適した羽口、レンガの材料開発を迅速化させることができる。更に、本発明が適用された測定装置により、羽口、レンガの損耗量が

自動的に測定されるので、該測定装置を炉体管理に使い、異常な羽口、レンガの損耗が迅速に検出できる。従つて、操業中の突発事故を未然に防ぐことができると共に、炉体のスムーズな交換、交替が可能となる等の優れた効果を有する。

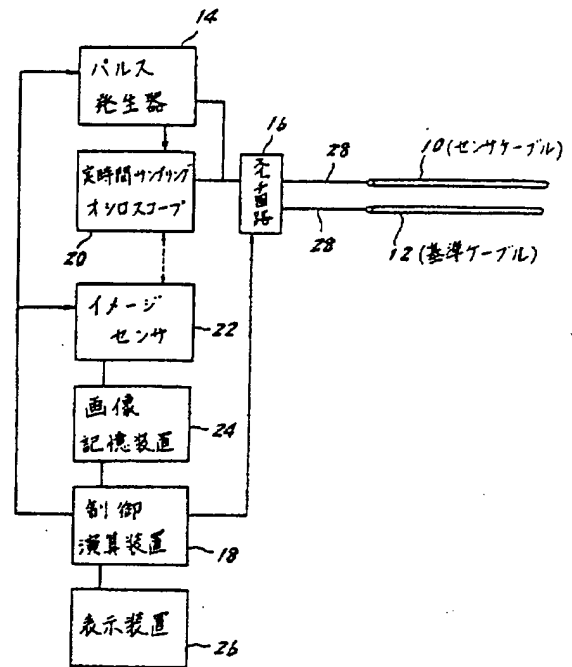
4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係るセンサケーブルの長さ測定方法及び装置が採用された測定装置の実施例の構成を示すブロック線図、第2図(A)、(B)は、本発明の原理を説明するための、等価時間サンプリング及び実時間サンプリングして測定した観測波形の一例を示す線図、第3図は、同じく、本発明法により転炉の羽口の損耗量を測定した結果と該損耗量を実測した結果を比較した一例を示す線図、第4図は、同じく、本発明法により羽口の損耗量を測定した結果の一例を示す線図、第5図は、等価時間サンプリングの原理を説明するためのサンプリング波形の一例を示す線図、第6図は、TDR法で観測される反射信号の波形の一例を示す線図である。

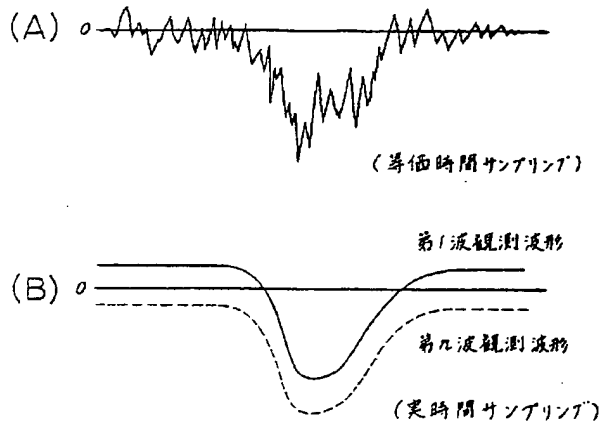
- 10 … センサケーブル、
- 12 … 基準ケーブル、
- 14 … パルス発生器、
- 18 … 制御演算装置、
- 20 … 実時間サンプリング型オシロスコープ、
- 22 … イメージセンサ、
- 24 … 画像記憶装置、
- 26 … 画像記憶装置。

代理人 高 矢 論
松 山 圭 佑

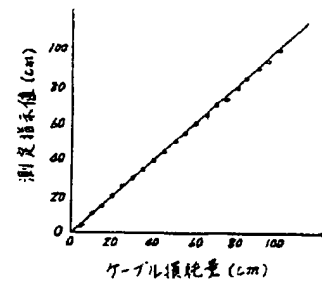
第 1 図



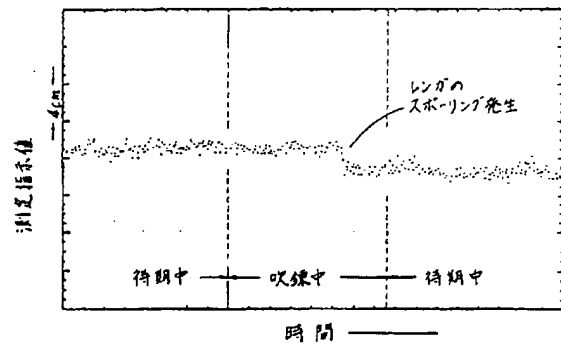
第 2 図



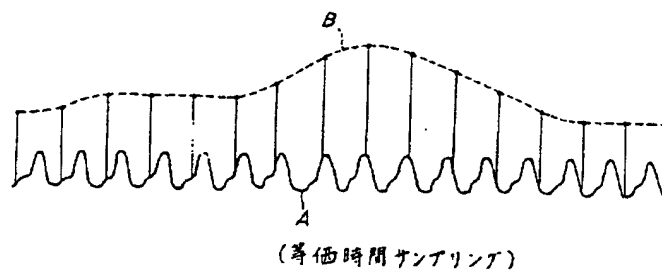
第 3 図



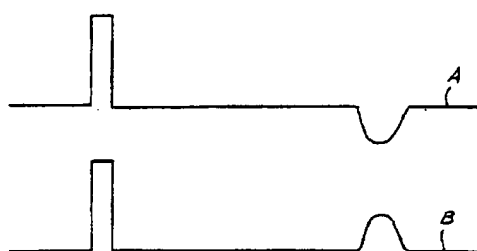
第 4 図



第 5 図



第 6 図



PATENTEC OPTICALS

PATENT ZAP™ Request

Rqx: 204679

@NV

chico

4031-6

2002/0124463

6195935

6412218

6293045

6029395

5647951

5058317

6324781

5458662

5085001

3857195

Date: 05/21/2003
Time: 10:22:30 AM

-- Stapled